

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Biodiesel

Gagasan awal dari perkembangan biodiesel adalah dari suatu kenyataan yang terjadi di Amerika pada pertengahan tahun 80-an ketika petani kedelai kebingungan memasarkan kelebihan produk kedelainya serta anjloknya harga di pasar. Dengan bantuan pengetahuan yang berkembang saat itu serta dukungan pemerintah setempat, petani mampu membuat bahan bakar sendiri dari kandungan minyak kedelai menjadi bahan bakar diesel yang lebih dikenal dengan biodiesel. Produk biodiesel dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk alat-alat pertanian dan transportasi mereka.¹⁰

Biodiesel adalah bahan bakar diesel alternatif yang terbuat dari sumber daya hayati terbarukan seperti minyak nabati atau lemak hewani. Minyak nabati memiliki potensi sebagai sumber bahan bakar yang terbarukan, sekaligus sebagai alternatif bahan bakar minyak yang berbasis petroleum (petrodiesel). Biodiesel mempunyai sifat yang sangat mirip dengan petrodiesel ataupun minyak diesel sintesis, yaitu memiliki energi pembakaran dan angka setana yang lebih tinggi dari 60 sehingga selain pembakarannya lebih efisien dapat juga melumasi piston besi.¹¹

Biodiesel mempunyai keunggulan dibandingkan dengan bahan bakar diesel dari minyak bumi. Bahan bakar biodiesel dapat diperbaharui. Selain itu, juga dapat memperkuat perekonomian negara dan menciptakan lapangan

¹⁰Bode Haryanto, *Bahan Bakar Alternatif Biodiesel (Bagian I. Pengenalan)*, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2002, hlm. 2.

¹¹Syamsudin Manai, *Membuat Sendiri Biodiesel*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2010, hlm. 1.

kerja. Biodiesel merupakan bahan bakar ideal untuk industri transportasi karena dapat digunakan pada berbagai mesin diesel, termasuk mesin-mesin pertanian.

Biodiesel dibuat melalui suatu proses kimia yang disebut transesterifikasi dimana gliserin dipisahkan dari minyak nabati. Proses ini menghasilkan dua produk yaitu metil ester (biodiesel) dan gliserin yang merupakan produk samping. Bahan baku utama untuk pembuatan biodiesel antara lain minyak nabati, lemak hewani, lemak bekas/lemak daur ulang. Semua bahan baku ini mengandung trigliserida, asam lemak bebas (ALB) dan zat pengotor. Sedangkan sebagai bahan baku penunjang yaitu alkohol dan katalis.

Produk biodiesel tergantung pada minyak nabati yang digunakan sebagai bahan baku serta pengolahan pendahuluan dari bahan baku tersebut. Alkohol yang digunakan sebagai pereaksi untuk minyak nabati adalah metanol, namun dapat pula digunakan etanol dan isopropanol.

Berdasarkan kandungan ALB dalam minyak nabati maka proses pembuatan biodiesel secara komersial dibedakan menjadi 2 yaitu:¹²

- a. Transesterifikasi dengan katalis basa (sebagian besar menggunakan kalium hidroksida) untuk bahan baku *refined oil* atau minyak nabati dengan kandungan ALB rendah.

¹²Maharani Nurul Hikmah, *Op. Cit*, hlm. 4.

- b. Esterifikasi dengan katalis asam (umumnya menggunakan H_2SO_4) untuk minyak nabati dengan kandungan ALB tinggi dan dilanjutkan dengan transesterifikasi.

Proses pembuatan biodiesel dari minyak dengan kandungan ALB rendah secara keseluruhan terdiri dari reaksi transesterifikasi, pemisahan gliserol dari metil ester, pemurnian metil ester (netralisasi, pemisahan metanol, pencucian dan pengeringan) dan pengambilan gliserol sebagai produk samping .

Proses esterifikasi dengan katalis asam diperlukan jika minyak nabati mengandung ALB di atas 2%.¹³ Jika minyak berkadar ALB tinggi (>2%) langsung di transesterifikasi dengan katalis basa maka ALB akan bereaksi dengan katalis membentuk sabun. Terbentuknya sabun dalam jumlah yang cukup besar akan menghambat pemisahan gliserol dari metil ester dan berakibat terbentuknya emulsi selama proses pencucian. Jadi, esterifikasi digunakan sebagai proses pendahuluan untuk mengkonversikan ALB menjadi metil ester sehingga mengurangi kadar ALB dalam minyak nabati dan selanjutnya di transesterifikasi dengan katalis basa untuk mengkonversikan trigliserida menjadi metil ester.

1. Sumber Bahan Baku Biodiesel

Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati, lemak binatang dan ganggang. Minyak nabati adalah bahan baku yang umum digunakan didunia untuk menghasilkan biodiesel. Pemanfaatan minyak nabati sebagai

¹³Agus Sundaryono, "Karakteristik Biodiesel dan *Blending* Biodiesel dari *Oil Losses* Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit", Vol. 21 (1), 2005, hlm. 36.

bahan baku biodiesel memiliki beberapa kelebihan, diantaranya sumber minyak nabati dapat diperoleh, proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati mudah dan cepat serta tingginya tingkat konversi minyak nabati menjadi biodiesel. Minyak nabati memiliki komposisi asam lemak berbeda-beda tergantung dari jenis tanamannya. Zat-zat penyusun utama minyak-lemak (nabati-hewani) adalah trigliserida, yaitu triester gliserol dengan asam-asam lemak (C28-C24). Komposisi asam lemak dalam minyak nabati menentukan sifat fisiko-kimia.¹⁴

Tabel II.1. Tumbuhan Indonesia Penghasil Minyak Lemak.¹⁵

No	Nama Latin	Nama	Sumber	Kadar %-b-kr	P/NP
1	<i>Adenantha pavonina</i>	Saga utan	Inti biji	14-28	P
2	<i>Aleurites mohiccana</i>	Kemiri	Inti biji	57-59	P
3	<i>Aleurites trisperma</i>	Kemiri cina	Inti biji	-	P
4	<i>Annona muricata</i>	Sirsak	Inti biji	20-30	NP
5	<i>Annona squamosa</i>	Srikaya	Biji	15-30	NP
6	<i>Arachis hypogel</i>	Kacang suuk	Biji	35-55	P
7	<i>Azadiractha indica</i>	Nimba	Daging biji	40-50	NP
8	<i>Bombax malabaricum</i>	Randu alas	Biji	18-26	NP
9	<i>Callophyllum inophyllum</i>	Nyamplung	Inti biji	40-73	NP
10	<i>Carbera manghas</i>	Bintaro	biji	43-64	NP
11	<i>Carica papaya</i>	Pepaya	Biji	20-25	P
12	<i>Ceiba pentandra</i>	Kapuk	Biji	24-50	NP
13	<i>Cinnamomum burmanni</i>	Kayu manis	Biji	30	P
14	<i>Cocos nucifera</i>	Kelapa	Daging buah	60-70	NP
15	<i>Croton tiglium</i>	Cerakin	Inti biji	50-60	NP
16	<i>Cucurbita moschata</i>	Labu merah	Biji	35-38	P
17	<i>Elais guineensis</i>	Sawit	Sabut+daging buah	45-70 + 45-54	P

¹⁴Erliza Hamdali, dkk, *Op.Cit*, hlm. 10-11.

¹⁵Rama Prihandana dan Roy Hendroko, *Energi Hijau*, Penebar Swadaya, Jakarta, 2008, hlm. 66-67.

18	<i>Gmelina asiatica</i>	Bulangan	Biji	-	NP
19	<i>Hernandia peltata</i>	Kampis	Biji	-	NP
20	<i>Hevea brasiliensis</i>	Karet	Biji	40-50	NP
21	<i>Hibiscus cannabinus</i>	Kenaf	Biji	18-20	NP
22	<i>Hibiscus esculentus</i>	Kopi arab	Biji	16-22	NP
23	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Rosela	Biji	17	NP
24	<i>Hodgsonia mocrocarpa</i>	Akar kepayang	Biji	65	P
25	<i>Isoptera berneensis</i>	Tengkawang terindak	Inti biji	45-70	P
26	<i>Jatropha curcas</i>	Jarak pagar	Inti biji	40-60	NP
27	<i>Litsea sebifera</i>	Tangkalak	Biji	35	P
28	<i>Madhuca cuneata</i>	Mayang batu	Inti biji	45-55	P
29	<i>Madhuca mottleyana</i>	Ketiau	Inti biji	50-57	P
30	<i>Madhuca utilis</i>	Seminai	Inti biji	50-57	P
31	<i>Mesua ferrea</i>	Nagasari	Biji	35-50	NP
32	<i>Moringa oleifera</i>	Kelor	Biji	30-49	P
33	<i>Nephelium lappaceum</i>	Rambutan	Inti biji	37-43	P
34	<i>Nephelium mutabile</i>	Pulasan	Inti biji	62-72	P
35	<i>Oriza sativa</i>	Padi	Dedak	20	P
36	<i>Persea gratissima</i>	Alpukat	Daging buah	40-80	P
37	<i>Pongamia pinnata</i>	Malapari	Biji	27-39	NP
38	<i>Psophocarpus tetrag</i>	Kecipir	Biji	15-20	P
39	<i>Ricinus communis</i>	Jarak kaliki	Biji	45-50	NP
40	<i>Samadera indica</i>	Gatep pait	biji	35	NP
41	<i>Sesamum orientale</i>	Wijen	Biji	45-55	P
42	<i>Shorea stenoptera</i>	Tengkawang tungkul	Inti biji	45-70	P
43	<i>Sleichera trijuga</i>	Kusambi	Daging biji	55-70	NP
44	<i>Sterculia feotida</i>	Kepoh	Inti biji	45-55	P
45	<i>Taragtozenos kurzii</i>	-	Inti biji	48-55	NP
46	<i>Theobroma cacao</i>	Cokelat	Biji	54-58	P
47	<i>Vernonia anthelminyica</i>	-	Biji	19	NP
48	<i>Xanthophyllum lanceatum</i>	Siur	Biji	35-40	P
49	<i>Ximenia Americana</i>	Bidaro	Inti biji	49-61	NP
50	<i>Zea mays</i>	Jagung	Germ	33	P

Keterangan :

kr= kering, P= minyak/lemak pangan(*edible fat/oil*); NP= minyak/lemak Non Pangan (*non-edible fat/oil*).

Sumber : Tatang H.Soerawidjaja, Torto P. Brodjonegoro dan Imam K. Rekso Wardojo, *Prospek, Satus dan Tantangan Penegakan Industri di Indonesia*, Kelompok Riset Biodiesel, ITB, 25 Juli 2005.

2. Standar Mutu Biodiesel

Secara umum, parameter standar mutu biodiesel terdiri atas densitas, titik nyala, angka setana, viskositas kinematik, abu sulfat, energi yang dihasilkan, bilangan iod dan residu karbon. Kini, beberapa Negara telah memiliki standar mutu biodiesel yang berlaku di negaranya masing-masing. Adapun persyaratan mutu biodiesel Indonesia tercantum dalam SNI 04-7182-2006. Standar mutu biodiesel yang berlaku di Indonesia dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel II.2. Standar Mutu Biodiesel Ester Alkil Menurut SNI 047182-2006

No	Parameter	Satuan	Spesifikasi		Metode uji ASTM
			Min	Maks	
1	Massa Jenis	kg/m ³	850	890	ASTM D 1298
2	Viskositas Kinematik @ 40 °C	mm ² /s	2,3	6,0	ASTM D 445
3	Angka Setana	CN	51		ASTM D 613
4	Titik Nyala (Mangkok Tertutup)	°C	100		ASTM D 93
5	Titik Kabut	°C		18	ASTM D 2500
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam @50 °C)			No. 3	ASTM D 130
7	Residu Karbon - Dalam contoh asli - Dalam 10% ampas distilasi	%-massa		0,05 0,30	ASTM D 4530
8	Air dan Sedimen	%-vol		0,05 ¹⁾	ASTM D2709
9	Temperatur Distilasi 90%	°C		360	ASTM D 1160
10	Abu Tersulfatkan	%-massa		0,02	ASTM D 874
11	Belerang	ppm-m (mg/kg)		100	ASTM D5453/1266
12	Fosfor	ppm-m (mg/kg)		10	AOCS Ca 12-55
13	Angka asam	mg-KOH/g		0,8	ASTM D 664 AOCS Cd 3d-63
14	Gliserol Bebas	%-massa		0,02	ASTM D 6584 AOCS Ca 14-56

15	Gliserol total	%-massa		0,24	ASTM D 6584 AOCS Ca 14-56
16	Kadar Ester Alkil	%-massa	96,5		dihitung ²⁾
17	Angka Iodium	%-massa		115	AOCS Cd 1-25
18	Uji Halpen			Negatif	AOCS Cd 1-25

1) Dapat diuji terpisah dengan ketentuan kandungan sedimen maksimum 0,01 % - vol

2) Dihitung dengan rumus

$$\text{kadar ester (\% - massa)} = \frac{100 (A_s - A_a - 4,57 G_{\text{tot}})}{A_s}$$

Dimana:

- A_s adalah angka penyabunan yang ditentukan dengan metoda AOCS Cd 3-25, mg KOH/g biodiesel
- A_a adalah angka asam yang ditentukan dengan metoda AOCS Cd 3-63 atau ASTM D-664, mg KOH/g biodiesel.
- G_{tot} adalah kadar gliserol total dalam biodiesel yang ditentukan dengan metoda Ca 14-56, % - massa.¹⁶

B. Rambutan

1. Klasifikasi Rambutan

Rambutan adalah tanaman tropis yang berasal dari daerah kepulauan di Asia Tenggara. Kata "rambutan" berasal dari bentuk buahnya yang mempunyai kulit menyerupai rambut. Rambutan banyak terdapat di daerah tropis seperti Afrika, Kamboja, Karibia, Amerika Tengah, India, Indonesia, Malaysia, Filipina, Thailand dan Sri Lanka.¹⁷

¹⁶Lies aisyah, *Studi Peningkatan Mutu Biodiesel Dengan Penambahan Additive Dalam Program Pembinaan Usaha Pertambangan Migas Nomor 04.06.02.8190.00047.D Dan Nomor Sk 069.K/73/Blb/2010*, hlm. 16-17.

¹⁷Liska Yunita Sari, S.P, *Panduan Budidaya Rambutan Varietas Unggul*, Pustaka Baru Press, Yogyakarta, hlm. 24.



Gambar II.1. Biji dan Buah Rambutan

Klasifikasi ilmiah rambutan adalah sebagai berikut :¹⁸

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Division</i>	: <i>Magnoliophyta</i>
<i>Class</i>	: <i>Magnoliopsida</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Sapindales</i>
<i>Famili</i>	: <i>Sapindaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Nephelium</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Nephelium lappaceum</i> L.

2. Morfologi Rambutan

Pohon rambutan hidup pada suhu tropika hangat, tingginya dapat mencapai 8 m dan tajuknya melebar hingga jari-jari 4 m. Daun majemuk menyirip dengan anak daun 5 hingga 9, berbentuk bulat telur, dengan variasi tergantung umur, posisi pada pohon dan ras lokal. Buah rambutan terbungkus oleh kulit yang memiliki "rambut" di bagian luarnya (eksokarp). Warnanya hijau ketika masih muda, lalu berangsur kuning hingga merah ketika masak/ranum. Selain bagian buahnya yang dapat

¹⁸Redaksi Agromedia, *Budidaya Tanaman Buah Unggul Indonesia*, PT.Agromedia Pustaka, Jakarta Selatan, 2009, hlm. 34.

dimakan, bagian tumbuhan ini dapat digunakan sebagai obat, antara lain: kulit buah yang dapat digunakan untuk mengatasi disentri dan demam, kulit kayu digunakan untuk mengatasi sariawan, daun digunakan untuk mengatasi diare, akar untuk mengatasi demam, dan biji untuk mengatasi kencing manis.¹⁹ Dari penelitian sebelumnya disebutkan bahwa biji rambutan merupakan salah satu bahan baku biodiesel. Biji rambutan sampai sekarang masih belum dimanfaatkan dengan baik padahal biji rambutan memiliki kandungan asam lemak sebesar 37-43% sebagai bahan pembuat biodiesel.²⁰

Biji rambutan memiliki kandungan asam lemak antara lain: asam palmitat (2.0 %), asam stearat (13.8 %), asam arakhidat (34.7%), asam oleat (45.3%), dan *ericosenoic acid* sebesar 4.2%.²¹

3. Aneka Jenis Rambutan

Di Indonesia, ada beberapa aneka jenis rambutan, diantaranya :²²

a. Rambutan Antalagi

Rambutan yang telah dilepas sebagai varietas unggul oleh Menteri Pertanian ini berasal dari daerah Sungai Andai, Kalimantan Selatan. Salah satu keunggulan rambutan ini adalah produktivitasnya yang tinggi. Berat rata-rata perbuah adalah 42 gram. Produksi pohon

¹⁹Astrida Renata L, *Profil Asam Lemak dan Trigliserida Biji-Bijian*, Skripsi: Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2009, hlm. 22.

²⁰Tatang H Soerowidjaja, *Loc.Cit.*

²¹Astrida Renata L, *Loc. Cit.*

²²Liska Yunita Sari, S.P, *Op.Cit*, hlm. 29 – 36.

pertahun cukup tinggi, yaitu antara 4.000 -5.000 buah atau 160-210 kg.

b. Rambutan Binjai

Rambutan ini berasal dari daerah Binjai, Sumatera Utara. Rasanya manis segar sehingga tidak salah jika rambutan ini dilepas sebagai rambutan unggul. Produktivitasnya termasuk rendah, per pohonnya hanya menghasilkan 1.200-2000 buah per tahun atau sekitar 40-68 kg per tahun.

c. Rambutan Garuda

Rambutan yang sering dijuluki “rambutan raksasa” ini berasal dari daerah Sungai Andai, Kalimantan Selatan. Selain rasa yang manis, rambutan ini juga gak gurih dan daging buahnya paling kering dibandingkan rambutan jenis lain. Produktivitas per pohon adalah 3.000-4.000 buah atau 100-270 kg per tahun.

d. Rambutan Sibongkok

Rambutan sibongkok merupakan salah satu rambutan kebanggaan warga Kalimantan Selatan. Salah satu cirinya adalah buahnya merah tua kecoklatan, berbentuk lonjong dengan rambut yang agak halus. Buahnya cukup besar, berat rata-rata per buah sekitar 51 gram. Produktivitasnya per pohon 3.500-4.500 buah atau 175-225 kg per tahun.

e. Rambutan Silengkeng

Daerah asal rambutan ini belum diketahui secara pasti. Penamaannya mungkin didasarkan pada bentuk buahnya yang bulat seperti buah lengkung. Rambutan ini memiliki kandungan vitamin C yang cukup tinggi, yaitu sekitar 49,82/100 gram.

f. Rambutan Aceh Lebak

Rambutan aceh lebak mempunyai daging berwarna putih, kenyal, kandungan air yang banyak dan biji melekat. Rasanya manis agak asam sehingga terasa segar. Biji berukuran sedang dan sedikit lonjong. Cocok ditanam di dataran tinggi dan rendah.

g. Rambutan Si Macan

Asal usul rambutan jenis ini kurang diketahui secara jelas. Rambutan ini memiliki rasa yang agak asam dengan kandungan air sedang. Biji berukuran sedang dan berbentuk bulat panjang. Berat rata-rata perbuahnya sekitar 27 gram.

h. Rambutan Sinyonya

Daerah asal rambutan sinyonya belum diketahui secara jelas. Penampilan buahnya cukup menarik, bentuknya bulat, berwarna merah menyala. Biji buah berukuran sedang dan berbentuk lonjong.

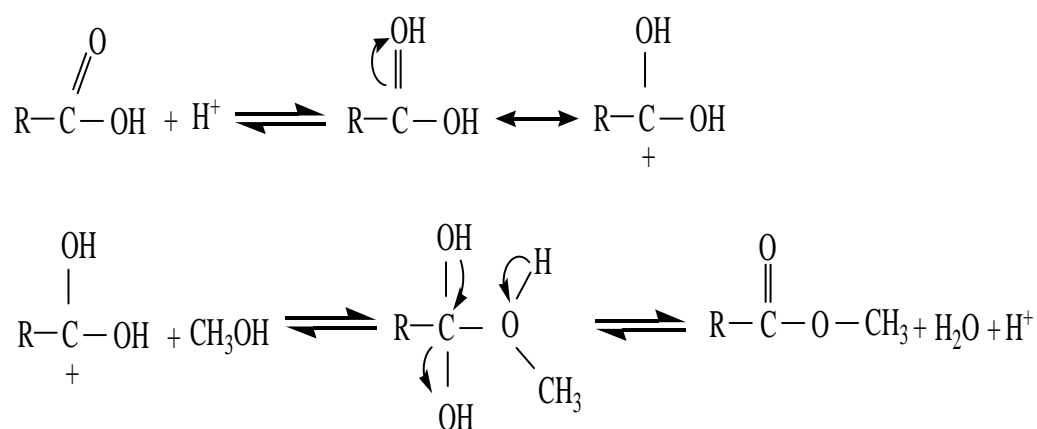
C. Esterifikasi

Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Pada proses ini minyak direaksikan dengan alkohol dan katalis. Katalis yang biasa digunakan adalah katalis asam seperti H_2SO_4 dan HCl . Penggunaan

proses esterifikasi bertujuan untuk lebih menurunkan kadar asam lemak bebas sehingga biodiesel yang dihasilkan lebih baik lagi. Bila kandungan asam lemak bebasnya tinggi (2%),²³ maka sabun akan terbentuk terlebih dahulu dan membentuk emulsi, sehingga reaksi metanolisis tidak terjadi.²⁴

Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dikonversikan menjadi metil ester. Tahap esterifikasi biasa diikuti dengan tahap transesterifikasi. Namun sebelum produk esterifikasi diumpankan ke tahap transesterifikasi, air dan bagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus dihilangkan terlebih dahulu.

Adapun mekanisme reaksi esterifikasi dengan menggunakan katalis asam seperti ditunjukkan oleh Gambar II.2.



Gambar II.2. Mekanisme Reaksi Esterifikasi dengan Menggunakan Katalis Asam

²³Agus Sundaryono, *Loc. Cit.*

²⁴Sri Nelvina, *Pembuatan Biodiesel dari Crude Palm Oil (CPO) Berkatalis Kalsium Oksida (CaO)*, Skripsi, Universitas Riau, Pekanbaru, 2008, hlm. 30.

D. Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi metil ester, melalui reaksi dengan alkohol dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Alkohol yang paling umum digunakan dalam reaksi ini adalah metanol, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi, sehingga reaksi disebut metanolisis.²⁵

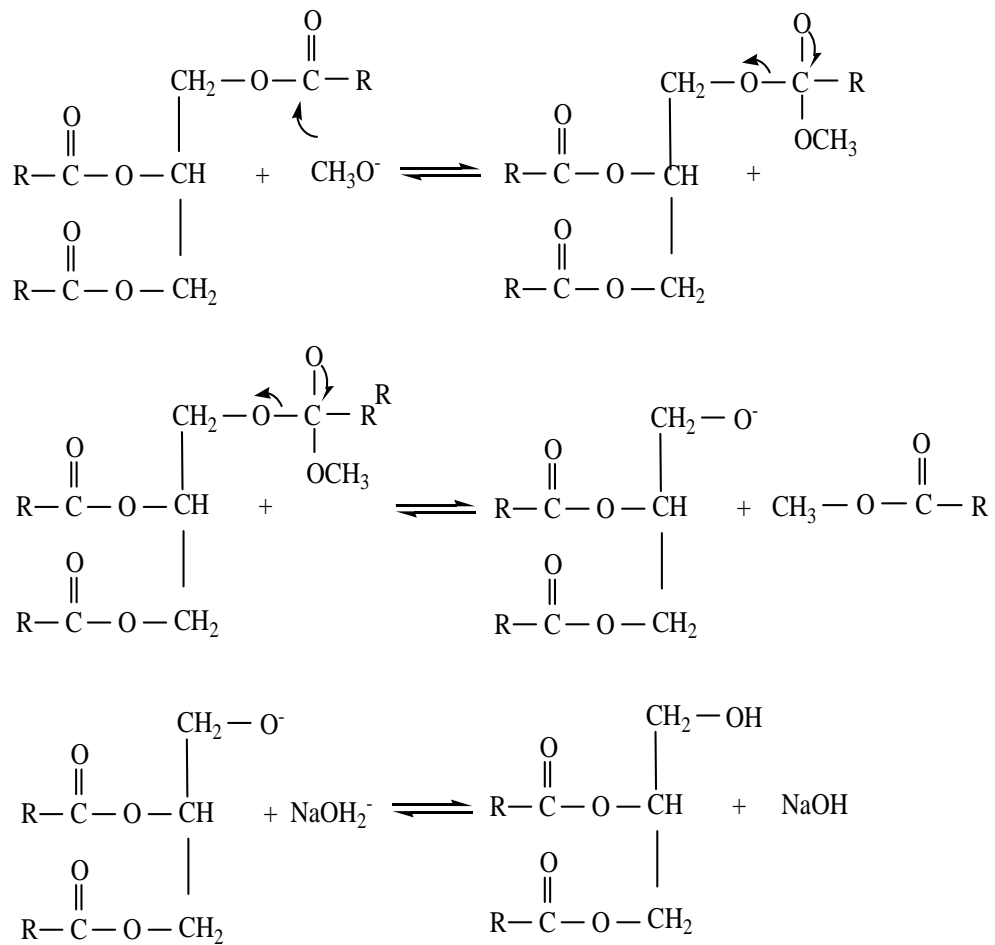
Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat. Katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa seperti NaOH dan KOH, karena katalis ini dapat mempercepat reaksi. Pada penelitian ini katalis yang digunakan adalah KOH.

Saat ini, produksi biodiesel lebih sering menggunakan KOH, dengan reaksi yang dilakukan pada suhu ruang, tingkat konversi 80-90 % dapat dicapai dalam waktu 5 menit. Tingkat konversi metil ester menggunakan katalis KOH bisa mencapai 99 % pada proses transesterifikasi dua tahap. Pemakaian katalis KOH pada reaksi transesterifikasi telah berhasil pada berbagai jenis minyak.²⁶

Adapun mekanisme reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa seperti ditunjukkan oleh Gambar II.3.

²⁵Maharani Nurul Hikmah, *Op. Cit*, hlm. 8.

²⁶Ariza Budi, *Loc. Cit*.



Gambar II.3. Mekanisme Reaksi Transesterifikasi dengan Katalis Basa

Dewasa ini, proses transesterifikasi dilakukan melalui satu tahap dan dua tahap. Pada proses satu tahap minyak direaksikan dengan metanol dan katalis sekaligus, sedangkan pada proses dua tahap minyak direaksikan dengan sebagian larutan metanol-katalis, kemudian metil ester yang terbentuk dipisahkan dari gliserol dan direaksikan kembali dengan sisa larutan metanol-katalis.

Pembentukan metil ester pada reaksi transesterifikasi, disebabkan pergeseran kesetimbangan akibat adanya gangguan ini. Transesterifikasi merupakan reaksi sebagai berikut:

Trigliserida (TG) + 3 Metanol (M) \leftrightarrow 3 Metil Ester (ME) + Gliserol (GL)

Rumus tetapan kesetimbangan (K) untuk reaksi transesterifikasi adalah sebagai berikut:

$$K = \frac{[GL][ME]^3}{[TG][M]^3}$$

Nilai Q untuk menduga arah reaksi juga ditentukan dengan rumus yang sama seperti di atas.

Pada reaksi transesterifikasi yang biasa dilakukan dengan proses satu tahap, jenis gangguan yang dilakukan adalah dengan meningkatkan konsentrasi pereaksi. Dengan menambah metanol, nilai [M] semakin besar sehingga $Q < K$, dan reaksi akan berlangsung ke arah kanan.

Pada reaksi dua tahap, gangguan yang terjadi adalah pengurangan konsentrasi gliserol. Pemisahan gliserol yang dilakukan di tengah reaksi menurunkan nilai [GL] dan nilai Q menjadi lebih kecil. Ketika terjadi penambahan sisa larutan metanolik-KOH, nilai [M] naik dan Q akan semakin kecil. Reaksi akan berlangsung ke arah kanan karena $Q < K$. Melalui mekanisme seperti ini pembentukan produk dapat dipicu tanpa meningkatkan konsumsi pereaksi. Dengan jumlah metanol yang sama, proses dua tahap mampu mencapai konversi ester yang lebih tinggi dari proses satu tahap.



Gambar II.4. Metil Ester dan Gliserol

Transesterifikasi pada dasarnya terdiri atas 5 tahapan, yakni:

1. Pencampuran katalis alkalin (umumnya natrium hidroksida atau kalium hidroksida) dengan alkohol (umumnya metanol). Konsentrasi alkalin yang digunakan bervariasi antara 0.5 - 1 wt% terhadap massa minyak. Sedangkan alkohol diset pada rasio molar antara alkohol terhadap minyak sebesar 9:1.
2. Pencampuran alkohol + alkalin dengan minyak di dalam wadah yang dijaga pada temperatur tertentu (sekitar 40 – 60°C) dan dilengkapi dengan pengaduk (baik magnetik ataupun motor elektrik) dengan kecepatan konstan (umumnya pada 600 rpm putaran per-menit). Keberadaan pengaduk sangat penting untuk memastikan terjadinya reaksi metanolisis secara menyeluruh di dalam campuran. Reaksi metanolisis ini dilakukan sekitar 1 – 2 jam.
3. Setelah reaksi metanolisis berhenti, campuran didiamkan dan perbedaan densitas senyawa di dalam campuran akan mengakibatkan separasi antara metil ester dan gliserol.
4. Metil ester tersebut kemudian dibersihkan menggunakan air distilat untuk memisahkan zat-zat pengotor seperti metanol, sisa katalis alkalin, gliserol dan sabun-sabun (*soaps*). Lebih tingginya densitas air dibandingkan dengan metil ester menyebabkan prinsip separasi gravitasi berlaku: air berposisi di bagian bawah sedangkan metil ester di bagian atas.²⁷

²⁷Sudradjat, *Memproduksi Biodiesel Jarak Pagar*, Penebar Swadaya, Jakarta, 2006, hlm. 15.

5. Metil ester (biodiesel) sudah dapat diperoleh setelah 30 menit dari awal proses dan dapat dipisahkan dari gliserol yang terbentuk setelah didiamkan selama 24 jam. Biasanya gliserol akan mengendap dibagian bawah berbentuk pasta putih. Bagian atas dari larutan ini diambil lalu dibilas dengan air. Biodiesel siap digunakan.²⁸

E. Karakteristik Sifat Fisika Kimia Bahan Bakar

Biodiesel mempunyai beberapa karakteristik yang harus diketahui dengan melakukan pengukuran/analisa sebelum adanya pengujian pada mesin diesel. Karakteristik itu harus memenuhi kriteria yang telah ditetapkan oleh SNI. Standar mutu biodiesel telah ditetapkan oleh negara yang telah ada memproduksi biodiesel. Dan standar mutu biodiesel yang berlaku di negara-negara yang telah memproduksi biodiesel itu hampir sama. Di Indonesia standar mutu yang berlaku adalah SNI.

Pembuatan biodiesel itu dianggap berhasil apabila biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan oleh SNI untuk di Indonesia. Tabel dibawah ini memaparkan beberapa standar mutu biodiesel yang akan diujikan dalam penelitian ini.

Table II.3. Standar Mutu Biodiesel Menurut SNI.

Parameter	Batasan	Satuan	Metode Uji
Massa Jenis	850-890	kg/m ³	ASTM D 1298
Kandungan air	Max 0,05	%-vol.	ASTM D 2709
Viskositas 40°C	2,3 – 6,0	mm ² /s	ASTM D 445
Bilangan Asam	Maks.0,8	mg-KOH/g	ASTM D-664

Sumber: **SNI 04-7182-2006**

²⁸ Unggul Priyanto, *Menghasilkan Biodiesel Jarak Pagar Berkualitas*, PT. Agromedia Pustaka, Tangerang, 2007, hlm. 15.

1. Massa Jenis

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi) akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (misalnya air).

Satuan SI massa jenis adalah kilogram per meter kubik (kg/m^3). Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda dan suatu zat berapapun massanya berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama.

2. Kandungan air

Kandungan air yang terdapat di dalam biodiesel dapat mengganggu kerja mesin. Hal ini berpengaruh pada perapian dan perkaratan dalam mesin. Kandungan air dapat menyebabkan korosi pada mesin diesel. Pada daerah dingin, kandungan air dikhawatirkan dapat membentuk kristal pada mesin diesel sehingga akan mengganggu kerja mesin. Oleh sebab itu kandungan air harus dibawah standar menurut SNI yaitu minimal 0,05%. Penghilangan kadar air dapat dilakukan dengan cara menguapkan biodiesel pada suhu 105°C sebab pada suhu itu kandungan air dan zat organik dalam biodiesel dapat dihilangkan.

3. Viskositas Kinematik

Viskositas kinematik adalah tahanan cairan untuk mengalir karena gaya berat. Untuk aliran gaya berat pada suatu ketinggian hidrostatis

tertentu, ketinggian tekanan suatu cairan proposional dengan kerapatannya.

Kebanyakan produk-produk minyak bumi dan beberapa material bukan minyak bumi, digunakan sebagai pelumas dan operasi yang benar dari peralatan tergantung pada kesesuaian viskositas cairan yang digunakan. Disamping itu, viskositas dari kebanyakan bahan bakar minyak penting untuk keperluan estimasi kondisi optimal penyimpanan, penanganan dan operasional. Dengan demikian, pengukuran viskositas yang tepat penting untuk kebanyakan spesifikasi produk.²⁹

4. Bilangan Asam

Bilangan Asam adalah jumlah miligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari satu gram minyak atau lemak. Bilangan asam yang tinggi merupakan indikator biodiesel masih memiliki asam lemak bebas. Berarti, biodiesel bersifat korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak di injektor mesin diesel.³⁰

²⁹M. Affan Rasyidi. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dan Potensinya sebagai Pencampur Minyak Solar untuk Bahan Bakar Mesin Diesel*. Skripsi, UIN Suska Riau, Pekanbaru, 2012, hlm. 34.

³⁰Rama prihandana dkk, *Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi & Kelangkaan BBM*, Argomedia Pustaka, Jakarta, 2007, hlm. 68.